

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-198360

(43)Date of publication of application : 12.07.2002

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065

H01L 21/28

H01L 29/786

H01L 21/336

(21)Application number : 2000-398506

(71)Applicant : TOKYO ELECTRON LTD

(22)Date of filing : 27.12.2000

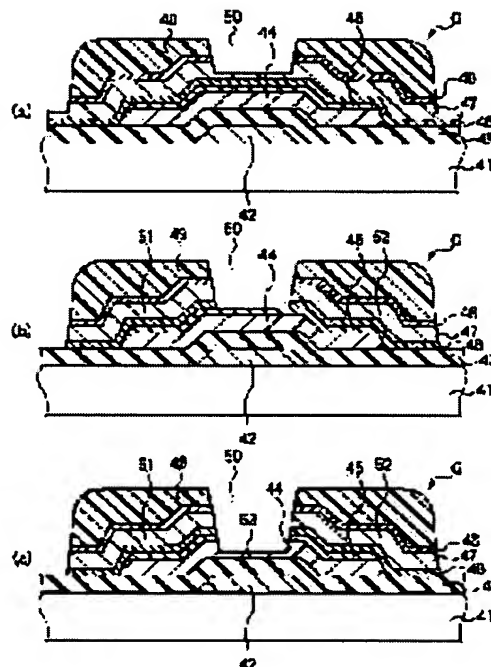
(72)Inventor : FUKINO YASUHIKO  
NONAKA HIDEYUKI

## (54) ETCHING METHOD

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an etching method by which upper layer aluminum based films can be etched in good shape, and lower layer silicon base films can be etched with good controllability, in the etching of a laminated structure constituted of the upper layer aluminum based films and the lower layer silicon based films.

**SOLUTION:** This etching method of the laminated structure constituted of the upper layer aluminum based films and the lower layer silicon base films comprises a first process in which the upper layer aluminum based films (46, 47, 48) are etched by plasma of a process gas which includes a chlorine containing gas and a hydrogen containing gas, a second process to confirm stoppage or considerable slowing down of the etching in the first process appropriately, and a third process in which the lower layer silicon based films (44, 45) are etched by plasma of a process gas which includes a fluorine containing gas, being switched after confirming stoppage or considerable slowing down of the etching.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-198360

(P2002-198360A)

(43) 公開日 平成14年7月12日 (2002.7.12)

(51) IntCl.<sup>7</sup>

H01L 21/3065

21/28

識別記号

301

29/786

F I

H01L 21/28

21/302

29/78

テマコード (参考)

F 4M104

301A 5F004

301L 5F110

G

627C

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2000-398506 (P2000-398506)

(22) 出願日

平成12年12月27日 (2000.12.27)

(71) 出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72) 発明者 吹野 康彦

東京都港区赤坂5丁目3番6号 TBS放  
送センター 東京エレクトロン株式会社内

(72) 発明者 野中 英幸

東京都港区赤坂5丁目3番6号 TBS放  
送センター 東京エレクトロン株式会社内

(74) 代理人 100099944

弁理士 高山 宏志

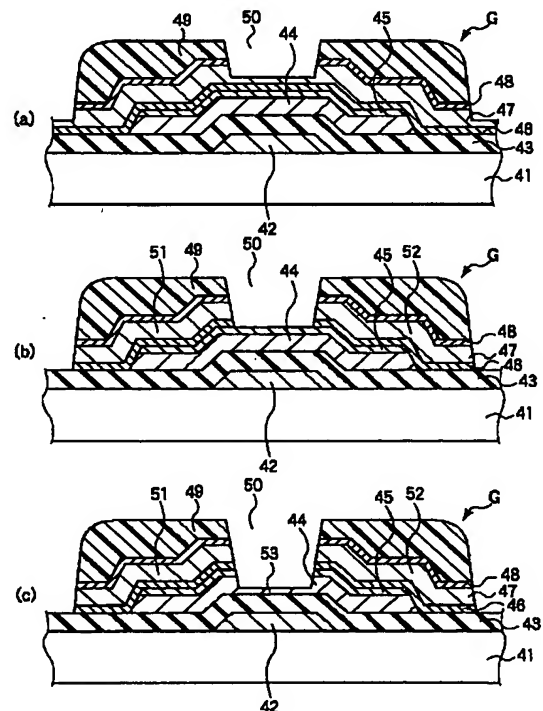
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エッチング方法

(57) 【要約】

【課題】 上層のA1系膜と下層のSi系膜との積層構造をエッチングするにあたり、形状性よく上層のA1系膜をエッチングすることができ、さらに下層のSi系膜を制御性よくエッチングすることができるエッチング方法を提供すること。

【解決手段】 上層のA1系膜と下層のSi系膜との積層構造をエッチングするエッチング方法であって、上層のA1系膜 (46, 47, 48) をC1含有ガスおよびH含有ガスを含む処理ガスのプラズマによりエッチングする第1工程と、第1工程中に適宜エッチングの停止または著しい減速を確認する第2工程と、エッチングの停止または著しい減速を確認した後にF含有ガスを含む処理ガスに切り替えてその処理ガスのプラズマにより下層のSi系膜 (44, 45) をエッチングする第3工程とを具備する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 上層のA1系膜と下層のSi系膜との積層構造をエッチングするエッチング方法であって、前記上層のA1系膜をC1含有ガスおよびH含有ガスを含む処理ガスのプラズマによりエッチングする第1工程と、

前記第1工程のエッチングの停止または著しい減速を確認する第2工程と、

エッチングの停止または著しい減速を確認した後、F含有ガスを含む処理ガスのプラズマにより前記下層のSi系膜をエッチングする第3工程とを具備することを特徴とするエッチング方法。

【請求項2】 基板上にゲート電極およびゲート絶縁膜を介して形成されたSi系膜と、その上に形成されたA1系膜とを有する積層膜をエッチングして、前記A1系膜をソース電極およびドレイン電極とし、前記Si系膜をチャネル部とする、薄膜トランジスタ用のエッチング方法であって、

前記A1系膜をC1含有ガスおよびH含有ガスを含む処理ガスのプラズマによりエッチングする第1工程と、

前記第1工程のエッチングの停止または著しい減速を確認する第2工程と、

エッチングの停止または著しい減速を確認した後、F含有ガスを含む処理ガスのプラズマにより前記Si系膜をエッチングする第3工程とを具備することを特徴とするエッチング方法。

【請求項3】 前記A1系膜は、A1含有膜の両側にバリアメタルが形成された3層構造膜であることを特徴とする請求項1または請求項2に記載のエッチング方法。

【請求項4】 前記Si系膜は、チャネル部となるアモルファスSi膜の上に $n^+$ 型アモルファスSi膜が積層された構造を有することを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか1項に記載のエッチング方法。

【請求項5】 基板上にゲート電極およびゲート絶縁膜を介して形成されたアモルファスSi膜と、その上に形成された $n^+$ 型アモルファスSi膜と、さらにその上に形成され、A1含有膜の両側にバリアメタルが形成された3層構造膜とを有する積層膜をエッチングして、前記3層構造膜をソース電極およびドレイン電極とし、前記アモルファスSi膜をチャネル部とする、薄膜トランジスタ用のエッチング方法であって、

少なくとも前記3層構造膜をC1含有ガスおよびH含有ガスを含む処理ガスのプラズマによりエッチングしてソース電極およびドレイン電極を形成する第1工程と、

前記第1工程のエッチングの停止または著しい減速を確認する第2工程と、

エッチングの停止または著しい減速を確認した後、F含有ガスを含む処理ガスのプラズマにより前記 $n^+$ 型アモルファスSi膜およびアモルファスSi膜をエッチングしてチャネル部を形成する第3工程とを具備することを

特徴とするエッチング方法。

【請求項6】 前記第1工程において、前記3層構造膜の下層のバリアメタルまたは $n^+$ 型アモルファスSi膜でエッチングが停止または減速することを特徴とする請求項3から請求項5のいずれか1項に記載のエッチング方法。

【請求項7】 前記第1工程において、処理ガス中のH含有ガスの量を制御することにより、エッチングの停止または著しく減速する位置を制御することを特徴とする請求項6に記載のエッチング方法。

【請求項8】 前記第2工程は、プラズマ状態を監視することによりエッチングの停止または著しい減速を確認することを特徴とする請求項6または請求項7に記載のエッチング方法。

【請求項9】 前記第1工程のエッチングは前記第3工程のエッチングよりも高いイオンエネルギーのイオンで行われることを特徴とする請求項1から請求項8のいずれか1項に記載のエッチング方法。

【請求項10】 前記第1工程は、C1含有ガスおよびH含有ガスを含む処理ガスのプラズマによりエッチングマスクとしてのフォトリソグがスパッタされる条件で行われることを特徴とする請求項9に記載のエッチング方法。

【請求項11】 前記第1工程は、C1含有ガスとして $Cl_2$ ガスを用い、H含有ガスとして $H_2$ ガスを用いてエッチングを行うことを特徴とする請求項1から請求項10のいずれか1項に記載のエッチング方法。

【請求項12】 前記第3工程は、F含有ガスである $SF_6$ と、 $HCl$ ガスと、 $He$ ガスとを用いてエッチングを行うことを特徴とする請求項1から請求項11のいずれか1項に記載のエッチング方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶表示装置(LCD)に用いられる薄膜トランジスタ(TFT)等に含まれる上層のA1系膜と下層のSi系膜との積層構造をエッチングするエッチング方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】TFTを用いたアクティブマトリクスLCD(TFT-LCD)は、表示性能が極めて高く、薄型化が可能であることから、CRTに代わってパーソナルコンピュータ等の表示装置として多用されている。

【0003】LCDに用いられるTFT構造を製造するに際しては、ガラス基板上にゲート電極を形成し、その上にゲート絶縁膜を形成する。そして、その上に半導体層ならびにソース電極およびドレイン電極を形成するための膜を順次形成し、エッチングによりソース電極およびドレイン電極ならびにチャネル部を形成する。具体的には、ゲート絶縁膜の上にアモルファスSi(a-Si)膜および $n^+$ a-Siを成膜し、その上にTi-A

## 3

1-Ti 積層膜を形成し、この積層膜および  $n^+a-Si$  を経て  $a-Si$  膜の途中までエッチングして、Ti-A1-Ti 積層膜にソース電極およびドレイン電極を形成するとともに、 $a-Si$  膜にチャネル部を形成する。

【0004】このエッチングに際しては、従来、まず  $Cl_2$  により A1 系膜として Ti-A1-Ti の積層膜をエッチングしてソース電極およびドレイン電極を形成し（以下、「SDエッチング」という）、この SDエッチングの終点を検出した後、エッチングガスをフッ素（F）系ガスに切り替えて  $n^+a-Si$  膜および  $a-Si$  膜をエッチングしてチャネルの形成を行っている（以下、「チャネルエッチング」という）。チャネルエッチングは TFT 特性を決定する重要なプロセスであり、 $a-Si$  膜エッチング量を一定に、また均一にエッチングする必要がある。また、チャネルエッチング後の  $a-Si$  膜が薄い方が TFT の特性が良好になるとされている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記 SDエッチングの際には、良好な形状性を有する必要があり、所望の形状制御を行うためにはエッチングの際に高バイアスパワーが必要となる。しかし、この場合には反応性イオンエッチングが行われるので、A1 および Ti の  $n^+a-Si$  に対する選択比が低い。また、Ti-A1-Ti 積層膜の膜厚が完全に均一ではなく、エッチングレートも完全に面内均一ではないので、終点検出後もオーバーエッチングをする必要がある。この結果、下地の  $n^+a-Si$  膜がエッチングされてしまい、 $a-Si$  膜を薄く均一に残存させる必要のあるチャネル部のエッチング分布制御が困難である。一方、SDエッチングを低バイアスパワーで行うと、下地の  $n^+a-Si$  膜のエッチレートは低下し、チャネル部のエッチング制御が行いやすくなるが、A1 膜がサイドエッチされて形状性が悪くなったり、 $a-Si$  膜にデポジション等が発生するという問題があった。

【0006】本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであって、下層の Si 系膜と上層の A1 系膜との積層構造をエッチングするにあたり、形状性よく上層の A1 系膜をエッチングすることができ、さらに下層の Si 系膜を制御性よくエッチングすることができるエッチング方法を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明の第 1 の観点では、上層の A1 系膜と下層の Si 系膜との積層構造をエッチングするエッチング方法であって、前記上層の A1 系膜を  $Cl$  含有ガスおよび H 含有ガスを含む処理ガスのプラズマによりエッチングする第 1 工程と、前記第 1 工程のエッチングの停止または著しい減速を確認する第 2 工程と、エッチングの停止または著しい減速を確認した後、F 含有ガスを含む処理ガ

## 4

スのプラズマにより前記下層の Si 系膜をエッチングする第 3 工程とを具備することを特徴とするエッチング方法を提供する。

【0008】本発明の第 2 の観点では、基板上にゲート電極およびゲート絶縁膜を介して形成された Si 系膜と、その上に形成された A1 系膜とを有する積層膜をエッチングして、前記 A1 系膜をソース電極およびドレイン電極とし、前記 Si 系膜をチャネル部とする、薄膜トランジスタ用のエッチング方法であって、前記 A1 系膜を  $Cl$  含有ガスおよび H 含有ガスを含む処理ガスのプラズマによりエッチングする第 1 工程と、前記第 1 工程のエッチングの停止または著しい減速を確認する第 2 工程と、エッチングの停止または著しい減速を確認した後、F 含有ガスを含む処理ガスのプラズマにより前記 Si 系膜をエッチングする第 3 工程とを具備することを特徴とするエッチング方法を提供する。

【0009】本発明の第 3 の観点では、基板上にゲート電極およびゲート絶縁膜を介して形成されたアモルファス Si 膜と、その上に形成された  $n^+$  型アモルファス Si 膜と、さらにその上に形成され、A1 含有膜の両側にバリアメタルが形成された 3 層構造膜とを有する積層膜をエッチングして、前記 3 層構造膜をソース電極およびドレイン電極とし、前記アモルファス Si 膜をチャネル部とする、薄膜トランジスタ用のエッチング方法であって、少なくとも前記 3 層構造膜を  $Cl$  含有ガスおよび H 含有ガスを含む処理ガスのプラズマによりエッチングしてソース電極およびドレイン電極を形成する第 1 工程と、前記第 1 工程のエッチングの停止または著しい減速を確認する第 2 工程と、エッチングの停止または著しい減速を確認した後、F 含有ガスを含む処理ガスのプラズマにより前記  $n^+$  型アモルファス Si 膜およびアモルファス Si 膜をエッチングしてチャネル部を形成する第 3 工程とを具備することを特徴とするエッチング方法を提供する。

【0010】本発明においては、上層の A1 系膜を  $Cl$  含有ガスおよび H 含有ガスを含む処理ガスのプラズマによりエッチングするので、 $Cl$  含有ガスによるエッチング作用と H 含有ガスによる保護作用とにより A1 系膜のエッチングを形状性よくエッチングすることができ、しかも H 含有ガスの作用により所望の位置でエッチングを停止または急激に減速させることができ、これを確認した後、F 含有ガスを含む処理ガスによりエッチングすることにより Si 系膜を制御性よくエッチングすることができる。

【0011】これは、H 含有ガスのプラズマによりフォトリソ中の C がスパッタされ、被エッチング面で H と重合反応が生じることで皮膜が形成され、エッチングを阻害するためと考えられる。つまり、この皮膜により A1 系膜のサイドエッチが防止されて形状性が良好となり、またこの皮膜の堆積により適当な部分でエッチング

を停止することができ、下層の Si 系膜に対する選択性を良好にすることができる。このような観点から、Al 系膜をエッチングする際には、Cl 含有ガスおよび H 含有ガスを含む処理ガスのプラズマによりエッチングマスクとしてのフォトリソグがスパッタされる条件であることが好ましい。また、Al 系膜をエッチングする際に、処理ガス中の H 含有ガスの量を制御することにより、エッチングの停止または著しい減速が生じる位置を制御することができる。

#### 【0012】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。図 1 は本発明の一実施形態に係るエッチング方法を実施するためのプラズマエッチング装置を示す断面図である。このプラズマエッチング装置 1 は、容量結合型平行平板プラズマエッチング装置として構成されている。

【0013】このプラズマエッチング装置 1 は、例えば表面がアルマイト処理（陽極酸化処理）されたアルミニウムからなる角筒形状に成形されたチャンバー 2 を有している。前記チャンバー 2 内の底部には絶縁材からなる角柱状のサセプタ支持台 3 が設けられており、さらにこのサセプタ支持台 3 の上には、被処理基板である LCD ガラス基板 G を載置するためのサセプタ 5 が設けられている。このサセプタ 5 はアルマイト処理（陽極酸化処理）されたアルミニウムからなり、下部電極として機能する。また、サセプタ 5 の外周および上面周縁には絶縁部材 4 が設けられている。

【0014】サセプタ 5 の上方には基板 G の周囲を上面から機械的にクランプするための額縁状をなすクランプ部材 6 が設けられている。このクランプ部材 6 は、シリ

ンダ機構等で構成される昇降機構 7 により昇降される。【0015】サセプタ 5 には、高周波電力を供給するための給電線 12 が接続されており、この給電線 12 には整合器 13 および高周波電源 14 が接続されている。高周波電源 14 からは例えば 13.56 MHz の高周波電力がサセプタ 5 に供給される。この高周波電源 14 からの給電により、処理ガスがプラズマ化されるとともに、下部電極であるサセプタ 5 にバイアスパワーが供給される。

【0016】前記サセプタ 5 の上方には、このサセプタ 5 と平行に対向して上部電極として機能するシャワーヘッド 15 が設けられている。このシャワーヘッド 15 は、チャンバー 2 の上部に支持されており、内部に空間 17 を有するとともに、サセプタ 5 との対向面に処理ガスを吐出する多数の吐出孔 18 が形成されている。このシャワーヘッド 15 は接地されており、サセプタ 5 とともに一對の平行平板電極を構成している。

【0017】シャワーヘッド 15 の上面にはガス導入口 19 が設けられ、このガス導入口 19 には、ガス供給管 20 が接続されており、このガス供給管 20 には、処理

ガス供給機構 21 が接続されている。処理ガス供給機構 21 は、Cl 含有ガスとして Cl<sub>2</sub> ガスを供給する Cl<sub>2</sub> 供給源 22 と、H 含有ガスとしての H<sub>2</sub> ガスを供給する H<sub>2</sub> 供給源 23 と、F 含有ガスとしての SF<sub>6</sub> を供給する SF<sub>6</sub> 供給源 24 と、HCl ガスを供給する HCl 供給源 25 と、He ガスを供給する He 供給源 26 と、BCl<sub>3</sub> ガスを供給する BCl<sub>3</sub> 供給源 27 とを有している。これら Cl<sub>2</sub> 供給源 22、H<sub>2</sub> 供給源 23、SF<sub>6</sub> 供給源 24、HCl 供給源 25、He 供給源 26 および BCl<sub>3</sub> 供給源 27 には、それぞれガスライン 22a、23a、24a、25a、26a、27a が接続されている。これらガスラインはガス供給管 20 に繋がっており、各供給源からのガスが各ガスライン、ガス供給管 20 を経てシャワーヘッド 15 に至り、シャワーヘッドの吐出孔 18 から吐出されるようになっている。各ガスラインにはバルブ 32 とマスフローコントローラ 33 とが設けられている。

【0018】前記チャンバー 2 の側壁底部には排気管 34 が接続されており、この排気管 34 には排気装置 35 が接続されている。排気装置 35 はターボ分子ポンプなどの真空ポンプを備えており、これによりチャンバー 2 内を所定の減圧雰囲気まで真空引き可能のように構成されている。また、チャンバー 2 の側壁には基板搬入出口 36 と、この基板搬入出口 36 を開閉するゲートバルブ 37 が設けられており、このゲートバルブ 37 を開にした状態で基板 G が隣接するロードロック室（図示せず）との間で搬送されるようになっている。また、チャンバー 2 のゲートバルブ 37 側と反対側の側壁には、プラズマからの光を透過する窓 38 が形成されており、その窓 38 から透過したプラズマ光を分光し Al および Ti の発光スペクトルを検出するプラズマ光検出装置 39 が設けられている。

【0019】次に、上記プラズマエッチング装置 1 により本発明の一実施形態を実施する際の処理動作について説明する。まず、図 2 に示す層構造を有する基板 G を準備する。この基板 G は、ガラスパネル（基板）41 上に部分的にゲート電極 42 が形成され、このゲート電極 42 およびガラスパネル 41 の面の全面にゲート絶縁膜 43 が形成され、このゲート絶縁膜 43 上にはトランジスタを形成するための Si 系膜として a-Si 膜 44 および n<sup>+</sup>a-Si 膜 45 が形成され、さらにその上にソース電極およびドレイン電極を形成するための Al 系膜として下層 Ti 膜 46、Al 膜 47 および上層 Ti 膜 48 の 3 層積層膜が形成されてなる。そして、Ti 膜 48 の上にはエッチングマスクとしてのフォトリソグ層 49 が形成されている。これら Ti 膜 46、48 はバリアメタルとして機能する。バリアメタルとして Ti（チタン）に代えて TiN（窒化チタン）等を用いてもよい。

【0020】ゲートバルブ 37 を開放した後、このような構造の基板 G を図示しないロードロック室から基板搬

10

20

30

40

50

## 7

入出口36を介してチャンパー2内へと搬入し、サセプタ5上に載置する。この場合に、基板Gの受け渡しはサセプタ5の内部を挿通しサセプタ5から突出可能に設けられたリフターピン（図示せず）によって行われる。次いで、クランプ部材6により基板Gをサセプタ5にクランプする。その後、ゲートバルブ37を閉じ、排気装置35によって、チャンパー2内が所定の真空度まで真空引きされ、エッチング処理が開始される。

【0021】このエッチング処理は、上層Ti膜48表面のTi酸化物を除去する表面変質層除去工程、ソース電極およびドレイン電極を形成するSDエッチング工程、SDエッチングの停止または著しい減速を確認する工程および半導体層をエッチングしてチャンネル部を形成するチャンネルエッチング工程が順次行われる。以下、これら工程を図3の断面図を参照しながら説明する。

【0022】「表面変質層除去工程」においては、BC13供給源27のバルブ32を開き、マスフローコントローラ33により流量を所定量に制御しつつ、チャンパー2内に処理ガスであるBC13ガスを所定流量で導入するとともに、高周波電源14から整合器13を介して高周波電力をサセプタ5に印加する。これにより、下部電極としてのサセプタ5と上部電極としてのシャワーヘッド15との間に高周波電界が生じ、処理ガスが解離してプラズマ化し、上層Ti膜表面のTi酸化膜が除去される。その後、高周波電力は切断される。

【0023】次に、「SDエッチング工程」においては、C12供給源22およびH2供給源23のバルブ32を開き、マスフローコントローラ33により流量を所定量に制御しつつ、チャンパー2内に処理ガスとしてC1含有ガスであるC12ガスおよびH含有ガスであるH2ガスを所定流量で導入するとともに、高周波電力をサセプタ5に印加する。これにより、処理ガスがプラズマ化し、SDエッチングが進行する。

【0024】この際に、フォトレジスト層49がプラズマ中のイオンでスパッタされることにより、レジスト中のCと処理ガスに含まれるH2ガスのHとが重合して被エッチング面に重合膜が形成される。この重合膜はエッチングを阻害する作用を有すると考えられ、この重合膜により主にA1膜47のサイドエッチが防止されて、図3の(a)に示すように形状性が良好なエッチングホール50が得られる。また、この際にこの重合膜はエッチングホール50の底にも堆積する。この重合膜の堆積により、SDエッチングの途中でエッチングが停止するか著しく減速する（以下、この状態をエッチングストップという）。この際、C12ガスとH2ガスとの混合ガスによるエッチングではA1膜47のTi膜46に対する選択比が高いため、エッチングストップが生じている時点ではA1膜47は除去されている。

【0025】この場合に、被エッチング面に重合膜を形成し、SDエッチングの形状を良好にするために異方性

## 8

エッチングをするという観点から高周波電源14によるバイアスパワーが高いことが好ましい。従来は、SDエッチングの形状性を良好にするために高周波電源によるバイアスパワーを上げると、エッチングの選択性が悪くなりa-Si膜44までエッチングされてしまい、チャンネル部のエッチング分布制御が困難であったが、このようにエッチングの処理ガスにH含有ガスであるH2ガスが含まれていることにより、SDエッチングの途中で上述のようにエッチングストップを生じさせることができるので選択性が悪いという問題も解消することができる。

【0026】この際に、SDエッチングによって少なくともA1膜47は完全にエッチングする必要があるので、少なくともTi膜46の途中でエッチングストップを生じさせるようにする。n<sup>+</sup>a-Si膜45の途中でエッチングストップを生じさせてもよい。その後のチャンネルエッチングの制御性を良好にする観点からは図3の(b)に示すようにn<sup>+</sup>a-Si膜45の直前（上面）でエッチングストップを生じさせることが好ましい。

【0027】このようなエッチングストップを生じさせる位置の制御は、H含有ガスであるH2ガスの量を制御することにより達成することができる。つまり、H2ガスの量を制御することにより、C-H重合による重合膜の量を制御することができ、これによりエッチングの停止または著しい減速が生じる位置を決定することができる。具体的には、例えば、C12/H2流量比が1:1の時にTi膜46でエッチングストップが生じ、5:1の時にn<sup>+</sup>a-Si膜45でエッチングストップが生じた。

【0028】なお、高周波電源14から供給する電力を調整してバイアスパワーを制御することによってもC-H重合による重合膜の量を制御することができ、エッチングストップが生じる位置を制御することができる。以上のようなSDエッチングにより、ソース電極51およびドレイン電極52が形成される。また、ソース電極51の左側およびドレイン電極52の右側のフォトレジスト層49で覆われていない部分ではゲート絶縁膜43が露出する（図3の(b)）。

【0029】上記SDエッチング工程において、適宜（例えば、0.1秒ごとに）「SDエッチングのエッチングストップを確認する工程」が行われる。この工程は、窓38を透過したプラズマ光をプラズマ光検出装置39により分光してA1、Tiの発光スペクトルを検出することにより行われる。すなわち、Ti膜46でエッチングストップが生じる条件でエッチングを行っている場合には、A1の発光スペクトルが減少した時点でエッチングストップが生じたものと判断し、n<sup>+</sup>a-Si膜45でエッチングストップが生じる条件でエッチングを行っている場合には、Tiの発光スペクトルが減少した時点でエッチングストップが生じたものと判断する。プ

ラズマ光検出装置 39 がエッチングストップを検出すると、処理ガスの供給を停止するとともに高周波電力を切断する。そして、次の「チャンネルエッチング工程」に備えてチャンバー 2 内を真空排気する。

【0030】次の「チャンネルエッチング工程」は、 $n^+a-Si$  膜 45 および  $a-Si$  膜 44 の  $Si$  系膜をエッチングしやすい条件でエッチングを行う。具体的には、 $SF_6$  供給源 24、 $HCl$  供給源 25 および  $He$  供給源 26 のバルブを開いて  $SF_6$  ガス、 $HCl$  ガス、 $He$  ガスをチャンバー内に導入するとともに、高周波電力を印加して、これらのガスのプラズマによりエッチングを進行させる。 $HCl$  ガスに代えて  $Cl_2$  ガスを用いてもよい。

【0031】チャンネルエッチング工程のバイアスパワーは  $SD$  エッチング工程のそれよりも小さくする。バイアスパワーを小さくするのは、フォトレジスト層 49 がスパッタされることにより発生する重合物が被エッチング面に付着することを防止し、また被エッチング面がイオン衝撃によりダメージを受けるのを防止するためである。ただし、この場合でも  $SD$  エッチング工程でエッチングホール 50 の底面に付着した重合物を除去できる程度のバイアスパワーは必要である。なお、バイアスパワーが大きい・小さいは、被エッチング面に対するプラズマ中のイオンのイオンエネルギーが大きい・小さいを意味する。

【0032】 $SF_6$  等の  $F$  含有ガスは、通常、 $Si$  系膜のエッチングに使用され、 $Si$  系膜を高精度でエッチングすることができる。しかも、 $AlF_x$  の蒸気圧はチャンバー 2 内の圧力 (1.33 Pa 程度) よりも低いため  $Al$  膜 47 はほとんどエッチングされない。エッチングストップが  $Ti$  膜 46 で生じる場合には、このチャンネルエッチングで  $Ti$  膜 46 の残部をエッチングする必要があるが、 $Ti$  は  $SF_6$  等の  $F$  含有ガスを用いたエッチングにより十分にエッチングされる。また、 $SF_6$  ガスとともに  $HCl$  ガスを用いるのは、ソース電極 51 の左側およびドレイン電極 52 の右側において露出しているゲート絶縁膜 43 がエッチングされるのを防止するためである。

【0033】このようにしてチャンネルエッチングを行うことにより、図 3 の (c) に示すように、 $a-Si$  膜 44 の途中までエッチングして制御性よくチャンネル部 53 を形成することができる。この際のエッチングの終点は、予め把握された時間により管理し、エッチング時間が所定時間に達した時点でエッチングを停止する。

【0034】以上のように、 $SD$  エッチングにおいて、処理ガスに  $H$  含有ガスとして  $H_2$  ガスを含有させ、比較的大きいバイアスパワーを印加することによってエッチングの際にフォトレジスト層 49 がスパッタされることにより、形状性よくエッチングすることができる。しかも、 $H$  含有ガスである  $H_2$  の作用により適切な位置でエ

ッチングストップを生じさせることができ、そのエッチングストップを確認した時点で、チャンネルエッチング用の  $F$  含有ガスである  $SF_6$  を含む処理ガスに切り替えることにより、チャンネル部を制御性よくエッチングすることができる。このように、 $SD$  エッチングにおける形状性を良好にすることができ、チャンネルエッチングの制御性を向上させることができることから、これらのプロセスマージンを著しく高めることが可能となる。

【0035】なお、上記実施形態では、下部電極であるサセプタ 5 に高周波電源 14 を接続し、そこから高周波電力をサセプタ 5 に供給することにより、エッチングのためのプラズマを形成するパワーとバイアスパワーを一つの高周波電源 14 から供給する装置を示したが、サセプタ 5 へ供給する高周波電力をバイアスパワー専用とし、エッチング用のプラズマはシャワーヘッド 15 に高周波電力を供給して形成するか、あるいはチャンバーの上方または側方にアンテナを配設してそこに高周波電力を供給することで形成された誘導電界によって形成するような装置であってもよい。

【0036】次に、以上の  $SD$  エッチングおよびチャンネルエッチングを実際に行った結果について説明する。このエッチングに際しては、アンテナを用いた誘導結合型プラズマエッチング装置を用いた。 $SD$  エッチングおよびチャンネルエッチングの条件は以下の通りである。

【0037】 $SD$  エッチング工程における  $Cl_2$  ガスと  $H_2$  ガスとの流量比は 5 : 1 とし、チャンネルエッチング工程における  $SF_6$  ガス、 $HCl$  ガス、および  $He$  ガスの流量比は 1 : 1 : 1 とした。また、バイアスパワー密度 ( $LCD$  ガラス基板の単位面積あたりサセプタに印加する高周波電力) は、 $SD$  エッチング工程においては  $0.29 W/cm^2$ 、チャンネルエッチング工程においては  $0.06 W/cm^2$  とした。

【0038】このエッチングの結果、 $SD$  エッチングにおいては、 $Al$  膜のサイドエッチ等が生じず、良好な形状性を示し、かつ  $n^+a-Si$  膜でエッチングストップが生じた。エッチングストップを確認後のチャンネルエッチングにおいても、 $Al$  膜にサイドエッチが生じず、 $n^+a-Si$  膜および  $a-Si$  膜が制御性よくエッチングされ、良好なチャンネルエッチングが行われた。

【0039】なお、本発明は上記実施形態に限定されることなく本発明の思想の範囲内で種々変形可能である。例えば、上記実施形態では、本発明を  $LCD$  の薄膜トランジスタのソース電極・ドレイン電極およびチャンネル部を形成する場合に適用した例について示し、これに限らず上層の  $Al$  系膜と下層の  $Si$  系膜との積層構造をエッチングする場合に適用可能である。また、 $Al$  系膜として  $Ti-Al-Ti$  の 3 層膜を用い、 $Si$  系膜として  $n^+a-Si$  膜、 $a-Si$  膜を用いた例について示したが、 $Al$  系膜としては  $Ti-Al-Ti$  の 3 層膜に限らず、純  $Al$ 、または  $Al-Si-Cu$ 、 $Al-C$

11

u、Al-Nd等のAl合金の単層であっても、これらとTi以外の他の膜の複合体であってもよく、Si系膜としては上記の他、poly-Siや単結晶Siであってもよい。

【0040】また、上記実施形態ではAl系膜をエッチングする際の処理ガスにおいて、Cl含有ガスとしてCl<sub>2</sub>を用い、H含有ガスとしてH<sub>2</sub>ガスを用いたが、これに限らず他のガスであってもよい。例えば、SDエッチング工程においては、HClやBCl<sub>3</sub>等をCl含有ガスの添加ガスとして用いることができるし、H含有ガスとしてはHClやHBr等を用いることができる。

【0041】さらに、上記実施形態ではSi系膜をエッチングする際における処理ガスとしてはSF<sub>6</sub>、HCl、Heを用いたが、これに限らず、他のF含有ガス、例えばCF<sub>4</sub>等を含むものであってもよい。

【0042】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、上層のAl系膜をCl含有ガスおよびH含有ガスを含む処理ガスのプラズマによりエッチングするので、Cl含有ガスによるエッチング作用とH含有ガスによる保護作用とによりAl系膜のエッチングを形状性よくエッチングすることができ、しかもH含有ガスの作用により所望の位置でエッチングを停止または著しく減速させることができ、これを確認した後、F含有ガスを含む処理ガスでエッチングすることによりSi系膜を制御性よくエッチングすることができる。したがって、下層のSi系膜と上層のAl系膜との積層構造、例えばLCDにおける薄膜トランジスタのソース電極・ドレイン電極およびチャネル部をエッチングする際のプロセスマージンを著しく高めることが可能となる。

10

20

30

12

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係るエッチング方法を実施するためのプラズマエッチング装置を示す断面図。

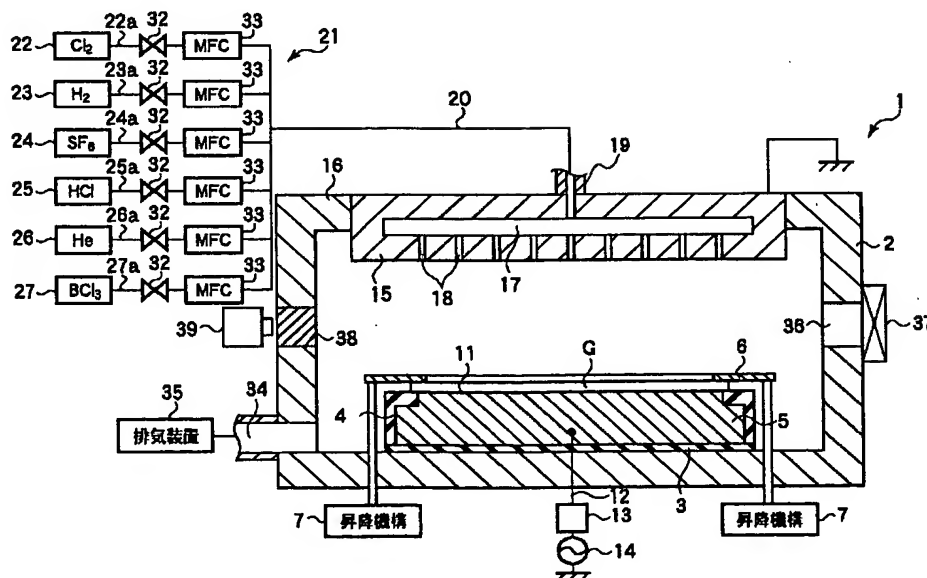
【図2】本発明の一実施形態に係るエッチング方法に適用される基板の層構造を示す断面図。

【図3】本発明の一実施形態に係るエッチング方法を説明するための基板の層構造を示す断面図。

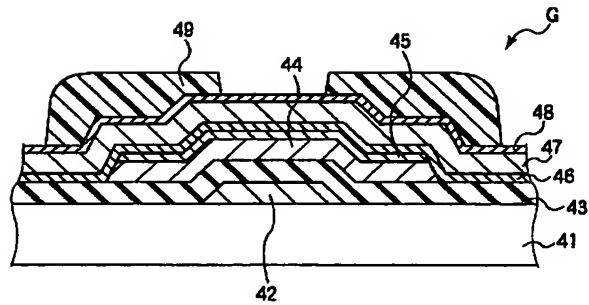
【符号の説明】

- 1 ; プラズマエッチング装置
- 2 ; チャンバー
- 5 ; サセプタ
- 6 ; クランプ部材
- 14 ; 高周波電源
- 15 ; シャワーヘッド
- 21 ; 処理ガス供給機構
- 22 ; Cl<sub>2</sub>供給源
- 23 ; H<sub>2</sub>供給源
- 24 ; SF<sub>6</sub>供給源
- 25 ; HCl供給源
- 26 ; He供給源
- 39 ; プラズマ光検出装置
- 44 ; a-Si膜
- 45 ; n<sup>+</sup>a-Si膜
- 46, 48 ; Ti膜
- 47 ; Al膜
- 50 ; エッチングホール
- 51 ; ソース電極
- 52 ; ドレイン電極
- 53 ; チャネル部

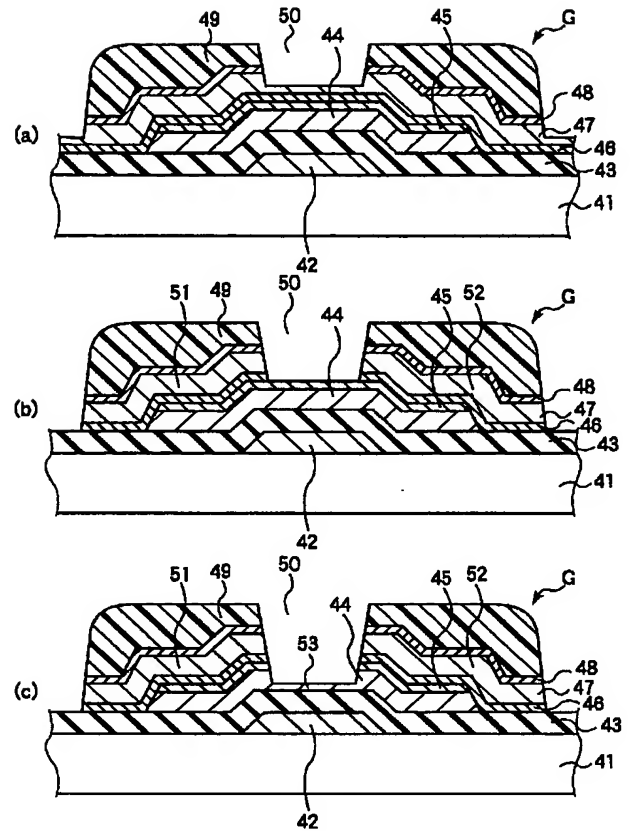
【図1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H O 1 L 21/336

F ターム(参考) 4M104 AA09 BB01 BB40 CC01 DD66  
DD67 FF16 GG09  
5F004 BA04 BB13 BB28 CA02 CB02  
DA00 DA04 DA11 DA18 DA22  
DA29 DA30 DB01 DB02 DB08  
DB09 EA14 EB02  
5F110 AA16 CC07 DD02 GG02 GG15  
HK01 HK03 HK04 HK09 HK16  
HK22 QQ04